

Київський університет імені Бориса Грінченка

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра інформаційних технологій і математичних дисциплін

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Пректор з науково-методичної
та навчальної роботи

О. Жильцов
« 08 » « 09 » 2016 р.


РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність

111 «Математика»

(шифр і назва напрямку підготовки)

інститут, факультет, відділення

Факультет інформаційних технологій та управління

(назва інституту, факультету, відділення)



2016 – 2017 навчальний рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Системний аналіз та прогнозування»
для студентів для студентів галузі знань 11 «Математика та статистика»
спеціальності 111 «Математика».

Розробники:

Василевич Леонід Федорович, кандидат технічних наук, доцент, доцент
кафедри інформаційних технологій та математичних дисциплін факультету
інформаційних технологій і управління Київського університету імені Бориса
Грінченка;

Прошкін Володимир Вадимович, доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри інформаційних технологій та математичних дисциплін
факультету інформаційних технологій і управління Київського університету
імені Бориса Грінченка.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри
інформаційних технологій і математичних дисциплін.
Протокол від « 07 » вересня 2016 року № 2.

Завідувач кафедри

О. Жу
(підпис)

Литвин О.С.
(прізвище та ініціали)

Бодненко Д.М. Бодненко -

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, найменування спеціальності, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 11 «Математика та статистика», спеціальність 111 «Математика»	Нормативні	
Модулів – 1	Освітній рівень – другий (магістерський)	Рік підготовки	
Змістових модулів – 3		5-й	-й
Загальна кількість годин – 180		Семестр	
		9, 10-й	-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 1/2 самостійної роботи студента – 2		Лекції	
		24 год	
		Практичні	
		24 год	
		Модульний контроль	
		12 год	
		Самостійна робота	
		90 год	
		Індивідуальні завдання	
		Семестровий контроль	
		30 год	
		Вид контролю:	
		Екзамен	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить (%):
для денної форми навчання – 34% / 66%

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є:

- формування сучасного рівня сутності й особливостей системного аналізу діяльності;
- вивчення студентами методологічних основ та системного підходу к прийняттю рішень;
- формування у студентів навичок практичного застосування прийомів і методів проведення аналітичних досліджень для забезпечення ефективного використання у подальшій професійній діяльності.

Завданнями навчальної дисципліни є:

- надання студентам практики системного підходу к прийняттю рішень; знань з теорії прийняття управлінських рішень;
- застосування різних математичних моделей прийняття управлінських рішень та моделей прийняття рішень, а також формування у студентів **умінь**:
 - застосовувати сервісні та стандартні програми здійснення системного аналізу;
 - здійснювати пошук та аналіз інформації у глобальній та локальній мережах;
 - застосовувати пошукові системи, соціальні закладки, мережеві документи, тобто хмарні ресурси у професійній діяльності;
 - здійснювати автоматичний (автоматизований) аналіз необхідного переліку даних;
- опрацьовувати наукову літературу із застосування системного аналізу професійній діяльності;
- використовувати сучасні інформаційно-комунікаційних технології для самоосвіти;
- використовувати в аналізі і дослідженні сучасних психолого-педагогічних, соціологічних, інформаційних та економічних процесів методів системного аналізу.

Предметом навчальної дисципліни є:

- закономірності діяльності осіб, яки приймають рішення;
- системний підхід в розробці, прийнятті і реалізації управлінських рішень;
- математичні моделі прийняття рішень для економічних систем;
- математичні методи прийняття управлінських рішень.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Предметна область системного аналізу та теорії систем

Тема 1. Методологічні основи прийняття рішень. Поняття системи, моделі та системного аналізу. Становлення й розвиток системного аналізу. Системний аналіз як універсальна наукова методологія. Принципи системної методології. Системний підхід в науці та техніці. Інтеграція наук і системний підхід. Поняття складності системної задачі. Процедури системного аналізу. Неформалізовані етапи системного аналізу. Теорія систем. Моделі систем. Модель «чорного ящика». Модель структури системи. Ментальні моделі як система. Класифікація систем. Ієрархія систем. Системні властивості. Зворотній зв'язок в системах. Причина і наслідок. Емерджентні властивості.

Тема 2. Системи та системний підхід до прийняття управлінських рішень. Інформаційний аналіз системних задач. Стійкість системи. Структурна стійкість. Консервативні системи. Невизначеності у задачах системного аналізу. Вимірювання в системному аналізі. Вимірювання як ієрархія моделей. Вимірювальні шкали. Проблема границь об'єкта. Нечіткий опис ситуацій. Інформаційні аспекти вивчення систем. Ентропія. Кількість інформації.

Змістовий модуль 2

Прийняття рішень за умов багатокритеріальності та стохастичності вихідної інформації

Тема 3. Прийняття рішень за умов багатокритеріальності

Математична модель задачі. Вибір показників та критеріїв ефективності. Парето-оптимальні рішення. Визначення коефіцієнтів пріоритетності часткових критеріїв. Методи Фішберна, Уея, бальний. Нормалізація значень часткових критеріїв. Природня нормалізація, нормалізація по Севіджу. Методи зведення задачі багатокритеріальної задачі до однокритеріальної. Зведення однокритеріальної задачі максимізації до задачі мінімізації і навпаки. Загальний адитивний критерій.

Неоднозначність оптимальних рішень по адитивному та мультиплікативному загальному критерію. Порушення незалежності ранжування рішень від нових можливих рішень. Метод послідовних поступок. Оптимізація по домінуючому критерію при обмеженнях по іншим критеріям. Застосування при прийнятті рішень дерево рішень. Прийняття рішень та бінарні відношення.

Тема 4. Прийняття рішень за умов стохастичності вихідної інформації

Математична модель задачі прийняття рішень за умов стохастичності вихідної інформації. Оцінка ризику. Застосування нерівності Чебишева для оцінки ризику. Оцінка ризику для гаусовських випадкових величин. Байєвський підхід до прийняття рішень. Прийняття рішень за умов можливості проведення експерименту.

Сучасна теорія управління портфелем. Задача оптимізації портфеля. Ефективні портфелі Марковіца. Диверсифікація як спосіб зниження ризику. Недиверсифікований ризик. Модель Шарпа визначення цін основних активів. Коефіцієнт чутливості бета. Багатофакторна модель Мертона.

Способи зниження економічного ризику. Диверсифікація та хеджування як способи зниження ризику. Вартість, час, ризик та інформація. Ризик стратегічних рішень. Критерії оцінювання ефективності інвестицій.

Змістовий модуль 3

Прийняття рішень за умов нечіткої вихідної інформації

Тема 5. Прийняття рішень за умов нечіткої вихідної інформації

Нечітка інформація в задачах прийняття рішень. Основні поняття теорії нечітких множин. Нечітка множина, величина, число, лінгвістична змінна. Методи знаходження функції належності нечіткої множини. Логічні операції над нечіткими множинами. Арифметичні операції над нечіткими величинами. Порівняння нечітких величин. Методи

дефазіфікації. Порівняння дискретних нечітких множин. Прийняття рішень за умов нечіткої вихідної інформації.

Нечітке відношення переваги. Лінгвістична змінна. Метод лінгвістичного підходу в задачах прийняття рішень. Застосування нечітких величин в задачах прийняття рішень. Системи підтримки прийняття рішень. Нечітка логіка. Методика оцінки ефективності рішень, які приймаються на основі лінгвістичних змінних.

Тема 6. Людина як суб'єкт прийняття рішень

Модель мислення людини, яка приймає рішення. Психолінгвістичні аспекти прийняття рішень. Проактивність. Визначення кінцевої цілі. Пріоритетність. Незалежність та взаємозалежність. Особливості багатоособових рішень. Прийняття стратегічних рішень. Перспективи розвитку дисципліни.

4. Структура навчальної дисципліни

Номери та найменування тем	Усього годин	Розподіл навчального часу за видами занять					
		Лекції	Практ.	с.к.	с.р.	м.к	Примітки
Змістовий модуль 1	40	4	4		28	4	
Вступ.							
Тема 1. Методологічні основи прийняття рішень	20	2	2		14	2	
Тема 2. Системи та системний підхід до прийняття управлінських рішень	22	4	2		14	2	
Змістовий модуль 2	52	10	10		28	4	
Тема 3. Прийняття рішень за умов багатокритеріальності	26	4	4		16	2	
Тема 4. Прийняття рішень за умов стохастичності вихідної інформації	26	6	6		12	2	
Змістовий модуль 3	52	6	8		34	4	
Тема 5. Прийняття рішень за умов нечіткої вихідної інформації	30	4	6		18	2	
Тема 6. Людина як суб'єкт прийняття рішень	26	4	4		16	2	
Семестровий контроль	30			30			
Усього	180	24	24	30	90	12	

**5. Навчально-методична карта дисципліни
«СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ»**

Модулі	Модуль 1			Модуль 2					Модуль 3			
К-сть балів за модуль	66			90					78			
Лекції	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	
Теми лекцій	Методологічні основи прийняття рішень	Системи та системний підхід до прийняття управлінських рішень		Прийняття рішень за умов багатокритеріальності	Прийняття рішень за умов багатокритеріальності	Прийняття рішень за умов стохастичності вихідної інформації	Прийняття рішень за умов стохастичності вихідної інформації	Прийняття рішень за умов стохастичності вихідної інформації	Прийняття рішень за умов нечіткої вихідної інформації	Прийняття рішень за умов нечіткої вихідної інформації	Людина як суб'єкт прийняття рішень	
Бали	1	2		1	1	1	1	1	1	1	2	
Практичні	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11
Теми практичних занять	Методологічні основи прийняття рішень	Системи та системний підхід до прийняття управлінських рішень	Системи та системний підхід до прийняття управлінських рішень	Прийняття рішень за умов багатокритеріальності	Прийняття рішень за умов багатокритеріальності	Прийняття рішень за умов стохастичності вихідної інформації	Оптимізації портфеля	Оцінювання ефективності інвестицій	Операції над нечіткими величинами.	Прийняття рішень за умов нечіткої вихідної інформації.	Системи підтримки прийняття рішень	Психологічні аспекти прийняття рішень
бали	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Модульний контроль	25			25					25			
Самостійна робота	5			5					5			
К-сть балів за поточний контроль	234 балів Коефіцієнт нормування – 0,26 Кількість балів після нормування – 60											
Підсумковий контроль	іспит – 40 балів											

**6. Теми практичних занять
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І**

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1-2

Методологічні основи прийняття рішень – 4 год

1. Теорія прийняття рішень.
2. Класифікація управлінських рішень.
3. Методологічні основи прийняття управлінських рішень.
4. Загальна формальна математична модель прийняття рішень.
5. Причини ризику. Способи управління ризиком.

6. Принципи теорії прийняття рішень.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Системи та системний підхід до прийняття управлінських рішень – 2 год.

1. Поняття системи в задачі прийняття управлінських рішень.
2. Властивості системи як об'єкта прийняття рішень.
3. Синергетика.
4. Петлі зворотного зв'язку як сутність системи прийняття рішень.
5. Емерджентні властивості системи.
6. Ментальні моделі об'єкта прийняття рішень. Сила парадигми в процесі прийняття рішень.
7. Системний підхід та системний аналіз. Системний підхід до прийняття управлінських рішень.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

Прийняття рішень за умов багатокритеріальності – 2 год.

1. Математична модель задачі.
2. Парето-оптимальні рішення.
3. Визначення коефіцієнтів пріоритетності часткових критеріїв.
4. Нормалізація значень часткових критеріїв.
5. Загальний адитивний критерій.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

Прийняття рішень за умов багатокритеріальності – 2 год.

1. Неоднозначність оптимальних рішень по адитивному та мультиплікативному загальному критерію.
2. Порушення незалежності ранжування рішень від нових можливих рішень.
3. Метод послідовних поступок.
4. Оптимізація по домінуючому критерію при обмеженнях по іншим критеріям.
5. Застосування при прийнятті рішень дерево рішень.
6. Прийняття рішень та бінарні відношення.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

Прийняття рішень за умов стохастичності вихідної інформації – 2 год.

1. Математична модель задачі прийняття рішень за умов стохастичності вихідної інформації.
2. Оцінка ризику.
3. Застосування нерівності Чебишева для оцінки ризику.
4. Оцінка ризику для гаусовських випадкових величин.
5. Байєвський підхід до прийняття рішень.
6. Прийняття рішень за умов можливості проведення експерименту.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

Оптимізації портфеля – 2 год.

1. Задача оптимізації портфеля.
2. Ефективні портфелі Марковіца.
3. Диверсифікація як спосіб зниження ризику.
4. Недиверсифікований ризик. Коефіцієнт чутливості бета.
5. Модель Шарпа визначення цін основних активів.
6. Багатофакторна модель Мертона.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 8

Оцінювання ефективності інвестицій – 2 год.

1. Способи зниження економічного ризику.

2. Диверсифікація та хеджування як способи зниження ризику.
3. Вартість, час, ризик та інформація.
4. Ризик стратегічних рішень.
5. Критерії оцінювання ефективності інвестицій.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 9

Операції над нечіткими величинами – 2 год.

1. Нечітка інформація в задачах прийняття рішень.
2. Основні поняття теорії нечітких множин. Нечітка множина, величина, число, лінгвістична змінна.
3. Методи знаходження функції належності нечіткої множини.
4. Логічні операції над нечіткими множинами.
5. Арифметичні операції над нечіткими величинами.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 10

Прийняття рішень за умов нечіткої вихідної інформації – 2 год.

1. Порівняння нечітких величин.
2. Методи дефазифікації.
3. Порівняння дискретних нечітких множин.
4. Прийняття рішень за умов нечіткої вихідної інформації.
5. Нечітке відношення переваги.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 11

Системи підтримки прийняття рішень – 2 год.

1. Метод лінгвістичного підходу в задачах прийняття рішень.
2. Застосування нечітких величин в задачах прийняття рішень.
3. Нечітка логіка. Системи підтримки прийняття рішень.
4. Методика оцінки ефективності рішень, які приймаються на основі лінгвістичних змінних.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 12

Психологічні аспекти прийняття рішень – 2 год.

1. Модель мислення людини, яка приймає рішення.
2. Психолінгвістичні аспекти прийняття рішень.
3. Проактивність. Визначення кінцевої цілі. Пріоритетність. Незалежність та взаємозалежність.
4. Особливості багатоособових рішень.
5. Прийняття стратегічних рішень.

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин/бали
1	Теорія систем. Моделі систем. Модель «чорного ящика». Модель структури системи. Ментальні моделі як система. Класифікація систем. Ієрархія систем. Системні властивості. Зворотній зв'язок в системах. Причина і наслідок. Емерджентні властивості	30/5
2	Вимірювання в системному аналізі. Вимірювання як ієрархія моделей. Вимірювальні шкали. Проблема границь об'єкта. Нечіткий опис ситуацій. Інформаційні аспекти вивчення систем. Ентропія. Кількість інформації.	30/5
3	Принципи синергетики. Біфуркаційні зміни. Основні поняття і припущення теорії катастроф. Синергетичний підхід як розвиток	30/5

№ з/п	Назва теми	Кількість годин/бали
	системного аналізу.	
	Усього	90/15

8. Методи навчання

І. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності

1) За джерелом інформації:

• *Словесні:* лекція (традиційна, проблемна, лекція-прес-конференція) із застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій (Power Point – Презентація), лабораторні роботи, пояснення, розповідь, бесіда.

• *Наочні:* спостереження, ілюстрація, демонстрація.

• *Практичні:* вправи.

2) За логікою передачі і сприймання навчальної інформації: індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні.

3) За ступенем самостійності мислення: репродуктивні, пошукові, дослідницькі.

4) За ступенем керування навчальною діяльністю: під керівництвом викладача; самостійна робота студентів: з книгою; виконання індивідуальних навчальних проєктів.

ІІ. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

1) Методи стимулювання інтересу до навчання: навчальні дискусії; створення ситуації пізнавальної новизни; створення ситуацій зацікавленості (метод цікавих аналогій тощо).

9. Методи контролю

Навчальні досягнення студентів з дисципліни оцінюються за модульно-рейтинговою системою, в основу якої покладено принцип поопераційної звітності, обов'язковості модульного контролю, накопичувальної системи оцінювання рівня знань, умінь та навичок, розширення кількості підсумкових балів до 100.

Оцінка за кожний змістовий модуль включає бали за поточну роботу студента на практичних заняттях, виконання самостійної роботи, модульну контрольну роботу. Виконання модульних контрольних робіт здійснюється в електронному вигляді або з використанням роздрукованих завдань. Модульний контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу змістового модуля.

У процесі оцінювання навчальних досягнень студентів застосовуються такі методи:

- *Методи усного контролю:* індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда, екзамен.
- *Методи письмового контролю:* модульне письмове тестування; підсумкове письмове тестування, реферат.
- *Комп'ютерного контролю:* тестові програми.
- *Методи самоконтролю:* уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- систематичність відвідування занять;
- своєчасність виконання навчальних і індивідуальних завдань;
- повний обсяг їх виконання;
- якість виконання навчальних і індивідуальних завдань;
- самостійність виконання;
- творчий підхід у виконанні завдань;

- ініціативність у навчальній діяльності;
- виконання тестових завдань.

Контроль успішності студентів з урахуванням поточного і підсумкового оцінювання здійснюється відповідно до навчально-методичної карти дисципліни (п. 10), де зазначено види контролю і кількість балів за видами. Систему рейтингових балів для різних видів контролю та порядок їх переведення у національну (4-бальну) та європейську (ECTS) шкалу подано нижче у таблицях.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота										Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3			100
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T4
28				38			34			

Розрахунок рейтингових балів за видами поточного (модульного) контролю

№ з/п	Вид діяльності студента	Макс. кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	
			Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид
1	Відвідування лекцій	1	3	3	5	5	4	4
2	Відвідування практичних занять	1	3	3	5	5	4	4
3	Виконання завдань для самостійної роботи	5	1	5	1	5	1	5
4	Робота на практичних (семінарських) заняттях	10	3	30	5	50	4	40
8	Виконання модульної контрольної роботи	25	1	25	1	25	1	25
	Макс. кількість балів за видами поточного контролю (МВ)			66		90		78

Методика розрахунків модульної і семестрової оцінок студента

№ з/п	Оцінка студента	Макс. оцінка	Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3
1	Максимальна підсумкова семестрова модульна оцінка (МС)	60	-		
2	Максимальні підсумкові оцінки за змістовими модулями (ММ)		28	38	34
3	Фактична кількість балів, отриманих студентом за видами поточного контролю (ФБ) (приклад)		60	83	70
4	Підсумкові фактичні оцінки студента за змістовими модулями $M = \text{ФБ} / \text{МВ} * \text{ММ}$		25	35	31
5	Підсумкова семестрова оцінка студента (залік)		91 / А		

Шкала оцінювання: рейтингова оцінка та оцінка за стобальною шкалою

Рейтингова оцінка	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Значення оцінки
А	90-100	Відмінно — відмінний рівень знань (умінь) в межах

		обов'язкового матеріалу з, можливими, незначними недоліками
B	82-89	Дуже добре - достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу без суттєвих (грубих) помилок
C	75-81	Добре - в цілому добрий рівень знань (умінь) з незначною кількістю помилок
D	69-74	Задовільно - посередній рівень знань (умінь) із значною кількістю недоліків, достатній для подальшого навчання або професійної діяльності
E	60-68	Достатньо - мінімально можливий допустимий рівень знань (умінь)
FX	35-59	Незадовільно з можливістю повторного складання - незадовільний рівень знань, з можливістю повторного перескладання за умови належного самостійного доопрацювання
F	1-34	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу - досить низький рівень знань (умінь), що вимагає повторного вивчення дисципліни

10. Методичне забезпечення

- опорні конспекти лекцій;
- навчально-методичний посібник;
- навчальні посібники;
- робоча навчальна програма;
- збірка тестових і контрольних завдань для тематичного (модульного) оцінювання навчальних досягнень студентів;
- засоби підсумкового контролю (комп'ютерна програма тестування, комплект друкованих завдань для підсумкового контролю).

11. Рекомендована література

Основна:

1. Василевич Л.Ф. Количественные методы принятия решений в условиях риска / Л.Ф. Василевич, К.Н. Маловик, С.Б. Смирнов. – Севастополь : СХУЯЭиП, 2006. – 232 с.
2. Згуровський М.З. Основи системного аналізу / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. – К. : Видавнича група ВНУ, 2007. – 544 с.
3. Томашевський В.М. Моделювання систем / В.М. Томашевський. – К. : Видавнича група ВНУ, 2007. – 352 с.
4. Чорней Н.Б. Теорія систем і системний аналіз / Н.Б. Чорней. – К. : МАУП, 2005. – 256 с.
5. Советов Б.А. Моделирование систем / Б.А. Советов, С.А. Яковлев. – М. : Высш. шк., 1998. – 320 с.
6. Мунтіян В.І. Основи теорії інформаційної моделі економіки / В.І. Мунтіян. – К. : КВІЦ. – 368 с.
7. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ / Ю.П. Сурмин. – К. : МАУП, 2013. – 246 с.

Додаткова:

1. Арнольд В.И. Теория катастроф / В.И. Арнольд. – М. : Наука, 1990. – 318 с.
2. Беляев А.А. Системология / А.А. Беляев, Э.М. Коротков. – М. : ИНФРА, 2000.
3. Галасюк В.В. Проблемы принятия экономических решений / В.В. Галасюк. – Днепропетровск : Новая идеология, 2002. – 304 с.

4. Лоскутов А.Ю. Введение в синергетику / А.Ю. Лоскутов, А. С. Михайлов. – М. : Наука, 1990. – 321 с.
5. Коннор Дж. Искусство системного мышления / Дж. Коннор, Иан Макднрмтт. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 256 с.
6. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач / Дж. Клир. – М. : Радио и связь, 1990. – 554 с.

12. Інформаційні ресурси

1. <http://svitppt.com.ua/matematika>.
2. http://seasonvar.ru/serial-10710-VVS_Istoriya_matematiki.html
3. <http://e-learning.kubg.edu.ua/dn/course/view.php?id=300>

ІНФОРМАЦІЙНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ викладання навчальної дисципліни забезпечується сучасними технічними засобами навчання, які побудовані на інформаційно-комунікаційних технологіях (мультимедійний комп'ютер, мультимедійний проектор, інтерактивна дошка SMART Board, авторський електронний методичний ресурс в LMS Moodle).

На заняттях і на самостійній роботі студентів використовуються методичні рекомендації щодо вивчення дисципліни, ілюстративні комп'ютерні дидактичні матеріали, які розроблені на кафедрі.

Інформаційними ресурсами при вивченні дисципліни є навчальна бібліотека університету, комп'ютерні зали, джерела Інтернет, інформаційно-методичні матеріали кафедри інформатики.